

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 01120907  
PUBLICATION DATE : 12-05-89

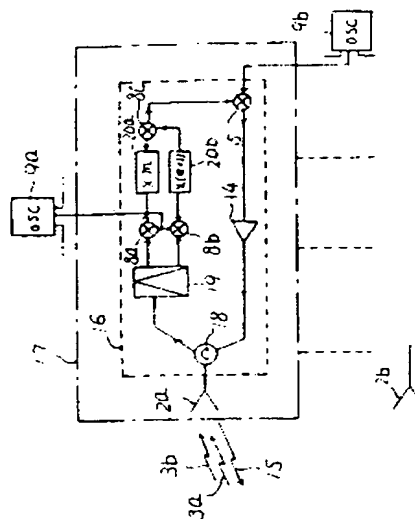
APPLICATION DATE : 05-11-87  
APPLICATION NUMBER : 62279934

APPLICANT : MITSUBISHI ELECTRIC CORP;

INVENTOR : HASHIZUME TAKASHI;

INT.CL. : H01Q 3/44 H01Q 21/29

TITLE : RETRO DIRECTIVE ARRAY ANTENNA



**ABSTRACT :** PURPOSE: To eliminate the limit of a pilot wave with respect to an optical path difference while the frequency difference between the pilot wave and the transmission wave is kept small by using two frequencies near the frequency of a transmission wave as a pilot wave and using a phase conjugation circuit not using a frequency divider.

**CONSTITUTION:** Pilot waves 3a, 3b of two frequencies radiated from a target 1 are received by a transmission/reception antenna 2a, branched by a circulator 18 of a phase conjugation circuit 16 and demultiplexed into a pilot wave of two frequencies, converted into a signal corresponding to the difference frequency with the output of a reference signal generator 9a by down-converters 8a, 8b, converted into frequencies of a multiple of  $m$ ,  $(m+1)$  by frequency multipliers 20a, 20b, given to a down-converter 8c, converted into a signal corresponding to the difference frequency of the output signal of the frequency multipliers 20a, 20b, a signal corresponding to the sum frequency of the output of a reference signal generator 9b by an up-converter 5 and the result is radiated as a transmission wave 15 via an amplifier 14, a circulator 18 and a transmission/reception antenna 2a.

**COPYRIGHT:** (C)1989,JPO&Japio

THIS PAGE BL.

THIS PAGE BLANK

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-120907

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

H 01 Q 3/44  
21/29

識別記号

庁内整理番号

7402-5J  
7402-5J

④ 公開 平成1年(1989)5月12日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑬ 発明の名称 レトロ・ダイレクティブ・アレイ・アンテナ

⑭ 特 願 昭62-279934

⑮ 出 願 昭62(1987)11月5日

⑯ 発 明 者 橋 爪 隆 神奈川県鎌倉市上町屋325番地 三菱電機株式会社鎌倉製作所内

⑰ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑱ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

#### 明 細 書

##### 1. 発明の名称

レトロ・ダイレクティブ・アレイ・アンテナ

##### 2. 特許請求の範囲

2周波のパイロット波を分波する分波器と、その分波器によつて分波されたそれぞれのパイロット波の周波数を下げる2つのダウンコンバータとそれらの2つのダウンコンバータからの出力信号の周波数をそれぞれ整数倍する周波数乗倍器と、それらの2つの周波数乗倍器からの出力の差周波数の信号を作り出すダウンコンバータと、そのダウンコンバータからの出力信号の周波数を上げるアップコンバータと、そのアップコンバータからの出力を増幅するためのアンプと、アンプからの出力される信号と、パイロット波を分波するアイソレータと、アンプから出力される信号を放射しかつパイロット波を受信する送受信アンテナを1つのモジュールとし、それらを複数個平面上に配置し、2つの基準信号発生器を各モジュールに接続することにより構成されたレトロ・ダイレクテ

ィブ・アレイ・アンテナ。

##### 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、送信波を合成して得られるビームの中心を、ターゲットから送信されるパイロット波の方向に向けるレトロ・ダイレクティブ・アレイ・アンテナに関するものである。

〔従来の技術〕

従来、レトロ・ダイレクティブ・アレイ・アンテナには、ターゲットから送信されるパイロット波を1周波とし、アレイ・アンテナ上の各送受信アンテナでパイロット波を受信して、分周器とミキサによつて構成された位相共役回路により、受信したパイロット波と位相共役でかつ周波数の異なる送信波に変換して、送受信アンテナから放射する1周波型のものがあつた。

第2図は、米国のR.Chernoffにより“NASA, Conference Publication 2141 Solar Power Satellite Microwave Power Transmission and Reception, pp. 78-101 (1980)”に発

## 特開平1-120907 (2)

表された従来のレトロ・ディレクティブ・アレイ・アンテナを示す図である。第2図において、ターゲット(1)から発信され、送受信アンテナ(2a)によつて受信されたパイロット波(3)は、ダイプレクサ(4)によつて分枝され、アップコンバータ(5)によつて、電圧制御発振器(以後VCOと書く)(6)からの出力信号の周波数の分だけ高い周波数の信号に変換され、 $1/2$ 分周器(7)によつて半分の周波数の信号に変換された後に、ダウンコンバータ(8)によつて、パイロット波と同じ周波数の信号を出力する基準信号発生器(9)の出力信号との差周波数に相当する信号に変換される。その後、 $1/n$ 分周器(10)、ループフィルタ(11)、VCO(6)及び位相検出器(12)によつて構成されたフェイズ・ロックドループ回路(以後PLL回路と書く)(13)によつてダウンコンバータ(8)からの出力信号と、VCO(6)からの出力信号の $1/n$ 分周された信号との周波数と位相に同期した信号をVCO(6)の出力信号として取り出し、アンプ(14)により増幅して、ダイプレクサ(4)により、送受信アンテナ(2a)へと分

$$\phi_t = -\frac{1}{1-\frac{2}{n}} 2\pi \cdot f_p \frac{\Delta L}{c} \quad (4)$$

したがつて、光路差 $\Delta L$ の値が(3)式で示される範囲内に制限されている場合か、もしくは、 $n=3$ または $n=4$ の場合、すなわち $f_t$ が $f_p$ の3倍であるか、または2倍である場合のみ、送信波(9)はパイロット波(3)と位相共役な信号となつており、送受信アンテナ(2a)と位相共役回路(12)を1つのモジュール(15)とし、それらを複数個平面上に配位することにより、各モジュールから放射された送信波の合成によつて作られるビームは、前述の場合に限つてパイロット波(3)の方向を向くことになる。

〔発明が解決しようとする問題点〕

従来の1屈折型の位相共役回路を用いたレトロ・ディレクティブ・アレイ・アンテナでは、各アンテナ間におけるパイロット波の光路差に制限があること、また、この光路差に関する制限を除くと、パイロット波の周波数と、送信波の周波数と

を一致させて、送信波(9)として放射する。この位相共役回路(16a)において、パイロット波の周波数を $f_p$ 、送受信アンテナ(2a)以外のアレイアンテナ上の基準アンテナ(2b)と送受信アンテナ(2a)との間のパイロット波(3)の光路差を $\Delta L$ 、送信波(9)の周波数を $f_t$ 、基準アンテナ(2b)を基準とした送受信アンテナにおける送信波(9)の位相を $\phi_t$ とすると、 $f_t$ 、 $\phi_t$ は、 $f_p$ 、 $\Delta L$ 、 $n$ の値を用いてそれぞれ(1)、(2)式で示される。

$$f_t = \frac{1}{1-\frac{2}{n}} f_p \quad (1)$$

$$\phi_t = -\frac{1}{1-\frac{2}{n}} \left( 2\pi \cdot f_p \cdot \frac{\Delta L}{c} - 2\pi \left[ f_p \cdot \frac{\Delta L}{c} \right] \right) \quad (2)$$

$n=3$ または $n=4$ の場合か、もしくは $\Delta L$ に関して(3)式の条件が成立する場合にのみ、 $\phi_t$ の値は(4)式と等価である。

$$0 \leq \Delta L \leq \frac{c}{f_p} \quad (3)$$

の差が大きくなつてしまい、伝搬中のパイロット波と送信波の屈折、散乱等による波面変化の相異によつて精度の良い指向性が得られないという欠点があつた。この発明は、このような従来の問題点を解決するためのものであり、パイロット波と送信波の周波数差を小さく保つた状態で、パイロット波の光路差に関する制限を取り除くことのできるレトロ・ディレクティブ・アレイ・アンテナを構成することを目的とする

〔問題点を解決するための手段〕

この発明に係るレトロ・ディレクティブ・アレイ・アンテナは、前述の問題点を解決するために、パイロット波に送信波の周波数近傍の2周波を用い、分周器を使用しない位相共役回路を用いることにより、構成するものである。

〔作用〕

この発明におけるレトロ・ディレクティブ・アレイ・アンテナは、パイロット波に、送信波の周波数近傍の2周波を用い、分周器を使用しない位相共役回路を用いることにより、パイロット波と

送信波の周波数差を小さく保つたまま、パイロット波の光路差に関する制限を取り除くことのできるレトロ・ディレクティブ・アレイ・アンテナを構成することを可能とする。

#### [実施例]

第1図はこの発明におけるレトロ・ディレクティブ・アレイ・アンテナを示す図である。第1図において、ターゲット(1)から放射された2周波のパイロット波(3a)及び(3b)は、送受信アンテナ(2a)により受信され、サーキュレータ10により分枝され、分波器11によつて、2周波のパイロット波に分波され、ダウンコンバータ(8a)及び(8b)によつて、基準信号発生器(9a)から出力信号の周波数との差周波数に相当する信号に変換される。ダウンコンバータ(8a)及び(8b)の出力はそれぞれ $m$ 倍周波数通倍器(20a)と $(m+1)$ 倍周波数通倍器(20b)に入力され、各々、 $m$ 倍、 $(m+1)$ 倍の周波数の信号に変換された後、ダウンコンバータ(8c)に入力されて、 $m$ 倍周波数通倍器(20a)と $(m+1)$ 倍周波数通倍器(20b)のそれぞ

れの出力信号の差周波数に相当する信号に変換される。その後、アップコンバータ(5)により、ダウンコンバータ(8c)の出力と、基準信号発生器(9b)の出力との和周波数に相当する信号が作り出され、アンプ12によつて増幅された後、サーキュレータ10によつて送受信アンテナ(2a)側へ分枝され、送信波13として放射される。この位相共役回路10において、基準信号発生器(9a)の出力信号の周波数を $f_{L1}$ 、基準信号発生器(9b)の出力信号の周波数を $f_{L2}$ 、2周波のパイロット波(3a)及び(3b)の周波数をそれぞれ $f_{p1}$ 、 $f_{p2}$ とすると、 $f_{L1}$ 、 $f_{L2}$ 、 $f_{p1}$ 、 $f_{p2}$ は(5)~(8)式を満足しなくてはならない。

$$f_{L1} = f_0 + \Delta f_L \quad (5)$$

$$f_{L2} = f_0 - \Delta f_L \quad (6)$$

$$f_{p1} = f_0 + (m+1)\Delta f \quad (7)$$

$$f_{p2} = f_0 + m\Delta f \quad (8)$$

但し、ここに $f_0$ は、 $f_{L1}$ と $f_{L2}$ の中間周波数、 $\Delta f_L$ は $f_{L1}$ 及び $f_{L2}$ の $f_0$ からのシフト量、 $(m+1)\Delta f$ 及び $m\Delta f$ は、それぞれ $f_{p1}$ 、 $f_{p2}$ の $f_0$ から

のシフト量である。また、送受信アンテナ(2a)以外のARA上の基準アンテナ(2b)と送受信アンテナ(2a)との間の2周波のパイロット波(3a)及び(3b)の光路差を $\Delta L$ 、基準アンテナ(2b)を基準とした送受信アンテナ(2a)における2周波のパイロット波(3a)及び(3b)の位相をそれぞれ $\phi_{p1}$ 、 $\phi_{p2}$ とすると、 $\phi_{p1}$ 、 $\phi_{p2}$ は、(9)(10)式でそれぞれ表わすことができる。

$$\phi_{p1} = 2\pi \cdot \frac{f_0}{c} \Delta L + 2\pi \cdot \frac{\Delta f}{c} \cdot (m+1) \Delta L \quad (9)$$

$$\phi_{p2} = 2\pi \cdot \frac{f_0}{c} \Delta L + 2\pi \cdot \frac{\Delta f}{c} \cdot m \Delta L \quad (10)$$

一方、第1図に示した位相共役回路10によつて作り出される送信波13の周波数と、基準アンテナ(2b)を基準とした送受信アンテナ(2a)における送信波13の位相をそれぞれ $f_t$ 、 $\phi_t$ とすると、 $f_t$ 、 $\phi_t$ はそれぞれ(11)、(12)式のようになる。

$$f_t = f_0 \quad (11)$$

$$\phi_t = -2\pi \cdot \frac{f_0}{c} \Delta L \quad (12)$$

したがつて、送信波13は、2周波のパイロット波(3a)及び(3b)の位相共役信号となつており、送受信アンテナ(2a)と位相共役回路10を1つのモジュール10とし、それらを複数個平面上に配置することにより、各モジュールから放射された送信波の合成によつて作られるビームは、2周波のパイロット波(3a)及び(3b)の方向を向くことになる。なお、このレトロ・ディレクティブ・アレイ・アンテナにおいては、 $\Delta L$ の値に無関係に(11)式が成立するため、パイロット信号の光路差の制限なしに常にビームの中心を2周波のパイロット波(3a)及び(3b)の方向に向けることができる。

#### [発明の効果]

以上のように、この発明によれば、パイロット波と送信波の周波数差を小さく保つたまま、パイロット波の光路差に関する制限を取り除くことのできるレトロ・ディレクティブ・アレイ・アンテナの構成が可能となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明におけるレトロ・ディレクテ

イブ・アレイ・アンテナ。第2図は従来のレトロ・ダイレクティブ・アレイ・アンテナである。図1において、(1)はターゲット、(2a),(2b)は送受信アンテナ、(3)、(3a),(3b)はパイロット信号、(4)はダイプレクサ、(5)はアップコンバータ、(6)はVCO、(7)は1/2分周器、(8),(8a),(8b),(8c)はダウンコンバータ、(9)、(9a),(9b)は基準信号発生器、(10)は1/10分周器、(11)はループ・フィルタ、(12)は位相検出器、(13)はPLL回路、(14)はアンプ、(15)は送信波、(16)は位相共役回路、(17)はモジュール、(18)はサーキュレータ、(19)は分波器、(20a),(20b)は周波数通倍器である。

なお、図中同一あるいは相当部分には同一符号を付して示してある。

代理人 大 岩 増 雄

